

Valentina Bernarello, Gianluca Franceschini, Camilla Antonini, Federica Cacciatore,  
Lorenzo Rossi, Claudia Virno Lamberti

## FAUNA ITTICA E BENTONICA ASSOCIATA A UNA PIATTAFORMA DI RIGASSIFICAZIONE IN ALTO ADRIATICO

**Riassunto.** Un Terminale per la rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) è stato installato nel Settembre del 2008 in Nord Adriatico, a sette miglia nautiche da Porto Levante (RO) e monitorato con ROV tra il 2010 e il 2015 con lo scopo di documentare l'evoluzione della composizione faunistica (ittica e bentonica) associata. Le specie identificate durante i 6 anni di campionamento sono state 64, in maggioranza appartenenti alla fauna ittica, seguite da crostacei, tunicati, echinodermi, molluschi, poriferi, cnidari e policheti. Il processo di colonizzazione è stato relativamente veloce tra il 2010 e il 2013, per poi stabilizzarsi nel biennio successivo. Il popolamento indagato, sebbene in gran parte composto da specie comuni sui substrati duri naturali del Nord Adriatico, ha mostrato alcune peculiarità legate soprattutto all'abbondanza di *Caryophyllia smithii* e di *Marthasterias glacialis*, nonché alla distribuzione batimetrica di *Parablennius incognitus* e al rilevante ruolo di *Mytilus galloprovincialis* come abbondante fonte di nutrimento e oggetto di predazione da parte di un elevato numero di specie, rispetto a quanto disponibile sui fondali detritico-sabbiosi circostanti il Terminale.

**Summary.** *Ichthyic and benthonic fauna associated to an off-shore regasification plant in the Northern Adriatic.*

A regasification plant was installed in September 2008, 7 nautical miles off Porto Levante (Northern Adriatic), and monitored between 2010 and 2015 by mean of a ROV to investigate composition and evolution of the associated fish and benthonic faunas. 64 species were identified, most of them belonging to fish fauna, followed in species number by crustaceans, tunicates, echinoderms, mollusks, porifers, cnidarians and polychaetes. Between 2010 and 2013 the number of identified species grew steadily, reaching a sort of plateau in the final years. The community of dwellers around the regasification plant was composed mainly by species which are quite common to the natural hard substrata of the basin; nonetheless some peculiarities were represented by the high abundance of *Caryophyllia smithii* and *Marthasterias glacialis*, the wider bathymetric range of *Parablennius incognitus* compared to literature and the role of *Mytilus galloprovincialis* as an available and abundant food source compared to the detritic and sandy bottoms around the plant.

**Keywords:** Remoted Operated Vehicle, faunal composition, epimegabenthic species, fish fauna, hard substrate.

**Reference:** Bernarello V., Franceschini G., Antonini C., Cacciatore F., Rossi L., Virno Lamberti C., 2017. Fauna ittica e bentonica associata a una piattaforma di rigassificazione in alto Adriatico. *Bollettino del Museo di Storia Naturale di Venezia*, 68: 17-29.

### INTRODUZIONE

Le acque territoriali italiane e internazionali dell'Adriatico Settentrionale ospitano una serie di substrati duri artificiali, quali piattaforme di estrazione (FABI et al., 2002) e barriere sommerse (FABI & SPAGNOLO, 2011), installate in quasi 40 anni tra il 1976 (BOMBACE, 1977) e il 2014 (PUNZO et al., 2015). Anche se create con scopi e modalità diverse, queste strutture hanno offerto e offrono agli organismi marini la possibilità di aggregarsi e stabilizzarsi nell'area, creando così dei veri e propri reef nei quali l'abbondanza e la biodiversità sono maggiori rispetto alle aree circostanti a fondo mobile (FABI et al., 2004). Al pari dei substrati duri naturali, le piattaforme e le barriere aumentano, infatti, la complessità degli habitat a disposizione (FABI et al., 2004).

All'interno di questo panorama, nel settembre 2008, al largo delle coste del Veneto, è stato installato un Terminale per la rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto (GNL), primo al mondo nel suo genere. La struttura è costituita da un esoscheletro cavo di cemento armato a forma di parallelepipedo, progettato per contenere sia gli enormi serbatoi stagni per lo stoccaggio del GNL che le camere di zavorra necessarie per portare la piattaforma a poggiare in modo definitivo sul fondale; questo modello è

chiamato gravity-based structure (GBS). Sul fondale è stata anche deposta una cintura protettiva di massi di varie dimensioni, allo scopo di difendere la base del Terminale da fenomeni erosivi causati dalle correnti. Tali substrati, una volta colonizzati, dovrebbero dar luogo a una stratificazione verticale del benthos secondo la profondità (BOMBACE, 1989) e a una probabile diversificazione orizzontale della composizione dell'epimegafauna in funzione della distanza dalla parete stessa.

Nell'ambito del Piano di monitoraggio previsto per la realizzazione e la messa in opera del Terminale (DEC/VIA n. 4407 del 30.12.1999 e DEC/DSA/2004/0866 del 8.10.2004) è stato condotto uno studio su questo substrato duro di nuova realizzazione mediante un veicolo subacqueo a comando remoto (ROV: Remotely Operated Vehicle), al fine di valutare e indagare la comunità bentonica che si è insediata negli anni su questo particolare tipo di substrato artificiale, attraverso l'acquisizione e l'elaborazione di immagini subacquee delle specie di invertebrati e vertebrati.

In questo lavoro viene descritta, sulla base del materiale foto-video raccolto tra il 2010 e il 2015, la composizione della comunità epimegabentonica e della fauna ittica intorno al GBS.

## MATERIALI E METODI

**Area di studio e caratteristiche principali della piattaforma (GBS)**

La piattaforma del rigassificatore si trova 7 miglia nautiche al largo delle coste venete, nell'ambito territoriale del comune di Porto Viro (RO) (Coordinate geografiche: 45° 05' 26.30" N; 12° 35' 04.99" E) (fig. 1), su un fondale di -28 m circa. Le dimensioni della struttura in cemento armato sono di 180 m sui due lati lunghi (sud e nord), 88 m sui due lati corti (est e ovest) e 47 m in altezza, di cui 28 m sommersi. Di questi, 24 m sono esposti alla colonizzazione in quanto la base della piattaforma è ricoperta dal macrovacuolare (o massicciata) per circa 4 m. La superficie complessiva delle pareti è di 25000 m<sup>2</sup>, dei quali approssimativamente 13000 m<sup>2</sup>, poco più del 50%, sono immersi.

Le pareti non sono completamente lisce ma presentano alcuni elementi costruttivi che aggiungono un certo grado di tridimensionalità (figg. 2-5): a -14 m vi è una sorta di cornicione, sporgente per circa 60 cm e alto 40 cm circa, che corre lungo tutto il perimetro del Terminale; nei pressi degli spigoli e lungo le pareti vi sono delle costolature sporgenti che vanno dalla superficie al fondo; una serie di maniglioni metallici, alti circa 2 m, è presente a varie altezze sui quattro lati; nei pressi del fondale, infine, sono poste a intervalli più o meno regolari 28 alette (sette per lato) in cemento, che sporgono dalla parete con angolo di 45° circa e che formano una sorta di tettoia sostenuta da due bracci.

Il substrato macrovacuolare posto sul fondale tutto intorno al GBS - fino a una distanza massima di 10 m dalla parete - è costituito da massi di diversa pezzatura che digradano allontanandosi dalla parete verso l'esterno. Ai piedi della parete la profondità è di circa 24 m ma prima di raggiungere i -28 m del fondo sabbioso la parte più esterna del macrovacuolare forma una sorta di bordo rialzato che scende poi rapidamente. Approssimando il macrovacuolare a una superficie liscia, in base alle dimensioni del GBS, ai dati multibeam e alle osservazioni ROV, abbiamo calcolato approssimativamente una superficie di 6000 m<sup>2</sup> e un volume compreso tra 11000 e 13000 m<sup>3</sup> (fig. 6).

**Acquisizione dei dati mediante ROV**

Il materiale foto-video è stato acquisito mediante il ROV Pollux, operato dalla nave oceanografica "Astrea" dell'ISPRA.

Se paragonato ad altri metodi di campionamento (es. visual census e pesca sperimentale), il ROV è lo strumento che riesce a determinare nel minor tempo la lista completa delle specie appartenenti al popolamento di un'area ben determinata, grazie anche all'inserimento di nuove strumentazioni, quali sonde CTD, Sonar e Trasponder e all'introduzione nell'acquisizione delle immagini dell'alta definizione (STONER et al., 2008; PITA et al., 2014). Il ROV,

inoltre, viene spesso utilizzato in ambienti in cui l'accesso da parte di operatori subacquei è reso difficile o impossibile per diversi fattori, tra i quali le profondità proibitive (FUJIKURA et al., 1999; FOSSÀ et al., 2002), le temperature troppo fredde come in zone artiche e antartiche (STARMANS et al., 1999; LORANCE & TRENKEL, 2006) o il semplice divieto di immersione in aree a protezione integrale (REED et al., 2005; HARTER et al., 2009).

La scelta del ROV come mezzo esclusivo di campionamento è stata determinata dal divieto di immersione che vige in un intorno di 2 km (1,1 miglia nautiche) dal GBS.

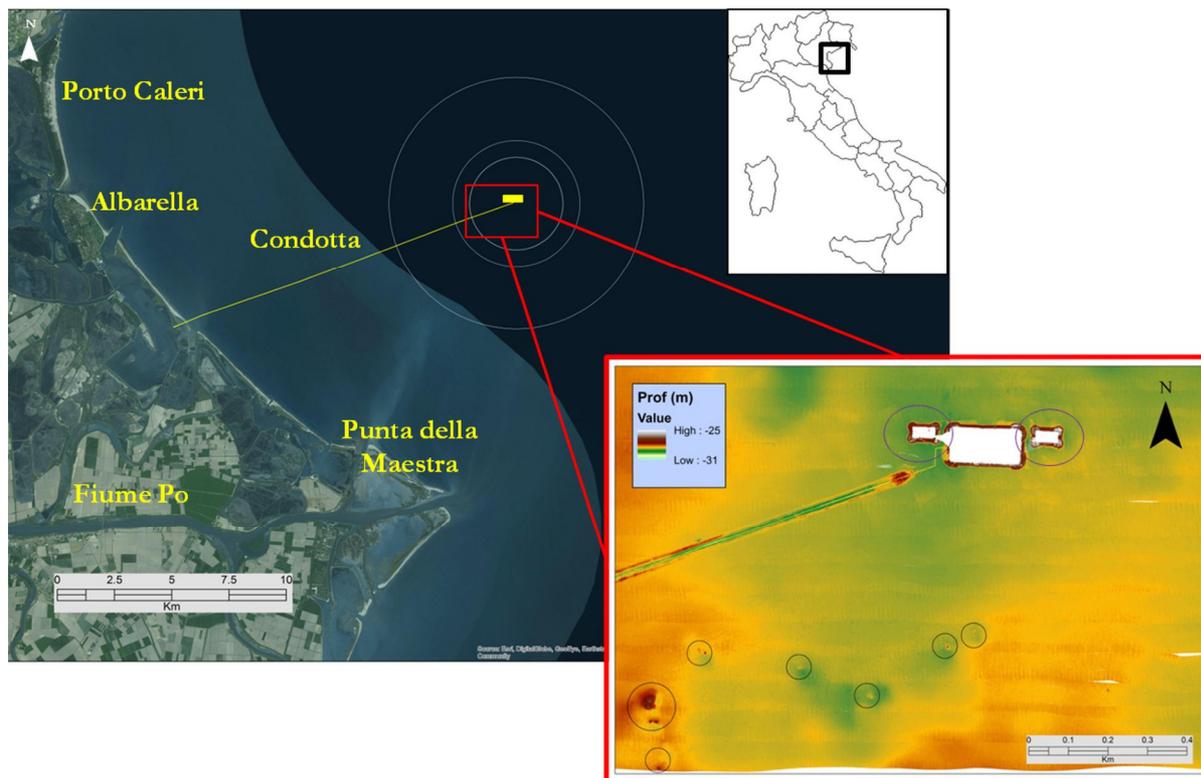
Il Pollux è stato equipaggiato con due telecamere (una di navigazione e una ad alta definizione per riprese di dettaglio), due fari con luci a LED, una girobussola, un sensore di profondità, un sonar e un trasponder per i dati di posizione.

**Protocollo di raccolta dati**

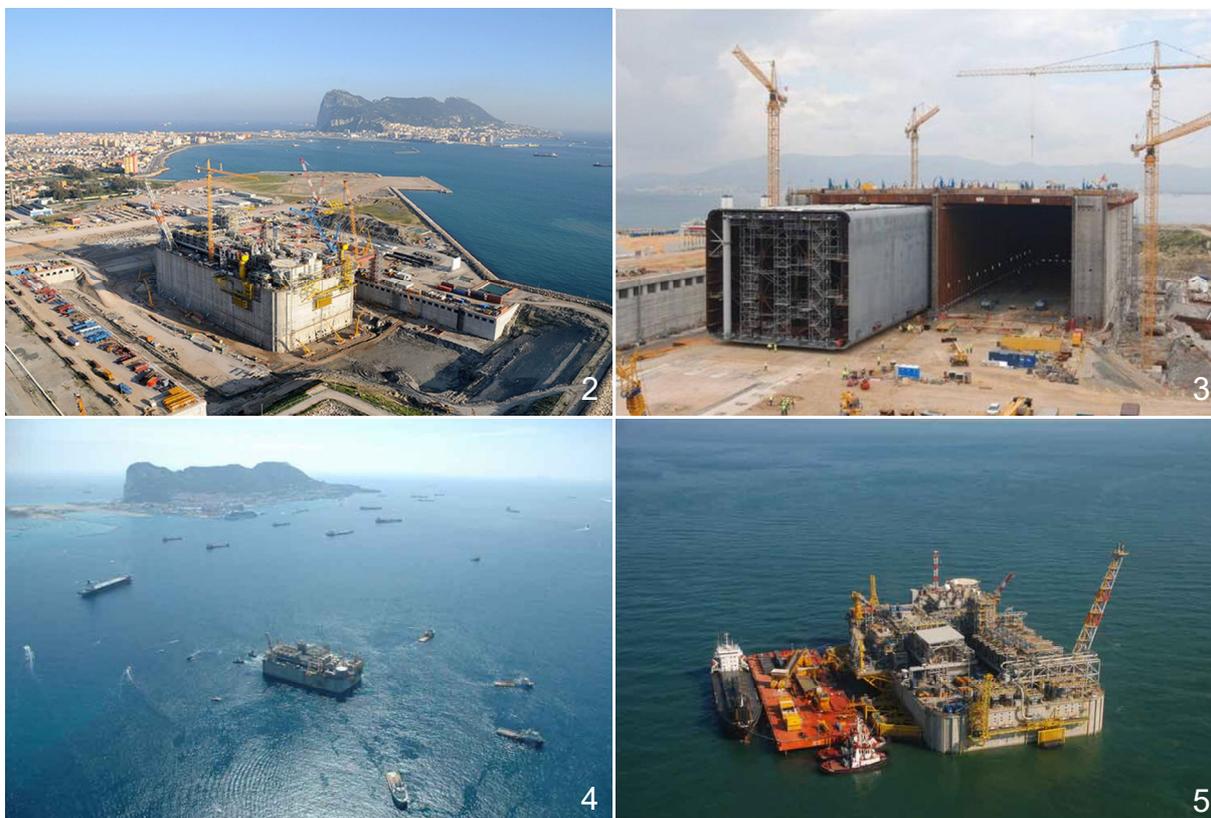
Tra il 2010 e il 2015 sono state eseguite nove campagne nel periodo primavera-estate (2010, 2011 e 2014: 1/anno; 2012-2013-2015: 2/anno), condotte con le seguenti modalità: 1) posizionamento su uno dei due lati lunghi (nord o sud), scelto in base alle condizioni effettive di onda e corrente; 2) discesa verticale da uno dei due spigoli, scelto anch'esso in funzione delle condizioni del mare; 3) percorso lungo la base del GBS verso l'altro spigolo, per una lunghezza quindi di circa 180 m; 4) durante il percorso, 1-2 soste per effettuare una esplorazione del macrovacuolare (massicciata) in tutta la sua larghezza, dal GBS verso il fondale sabbioso (e ritorno), insieme a una risalita/discesa lungo la parete del Terminale; 5) risalita finale lungo lo spigolo opposto a quello di partenza; 6) spostamento verso l'altro lato e ripetizione dello stesso protocollo. La durata totale di una singola immersione è stata in genere di un'ora circa. La scelta di esaminare i lati lunghi (nord e sud) è dovuta alla loro accessibilità: infatti, come si può notare dalla figura 3, la presenza delle strutture di ancoraggio per le navi metaniere rende l'area di difficile accesso e pericolosa per il rischio di intralcio del cavo ombelicale del ROV.

Questo schema è stato, per quanto possibile, mantenuto costante, ma alcuni fattori ne hanno a volte condizionato lo svolgimento: la visibilità a volte molto scarsa o scarsissima delle acque presso il fondale; la presenza di forti correnti, sia superficiali (per le osservazioni in parete) che profonde (per le osservazioni sulla massicciata); l'occasionale impraticabilità del lato Nord del GBS per la presenza della nave metaniera. In totale il lato sud è stato visitato nove volte, il lato nord sette.

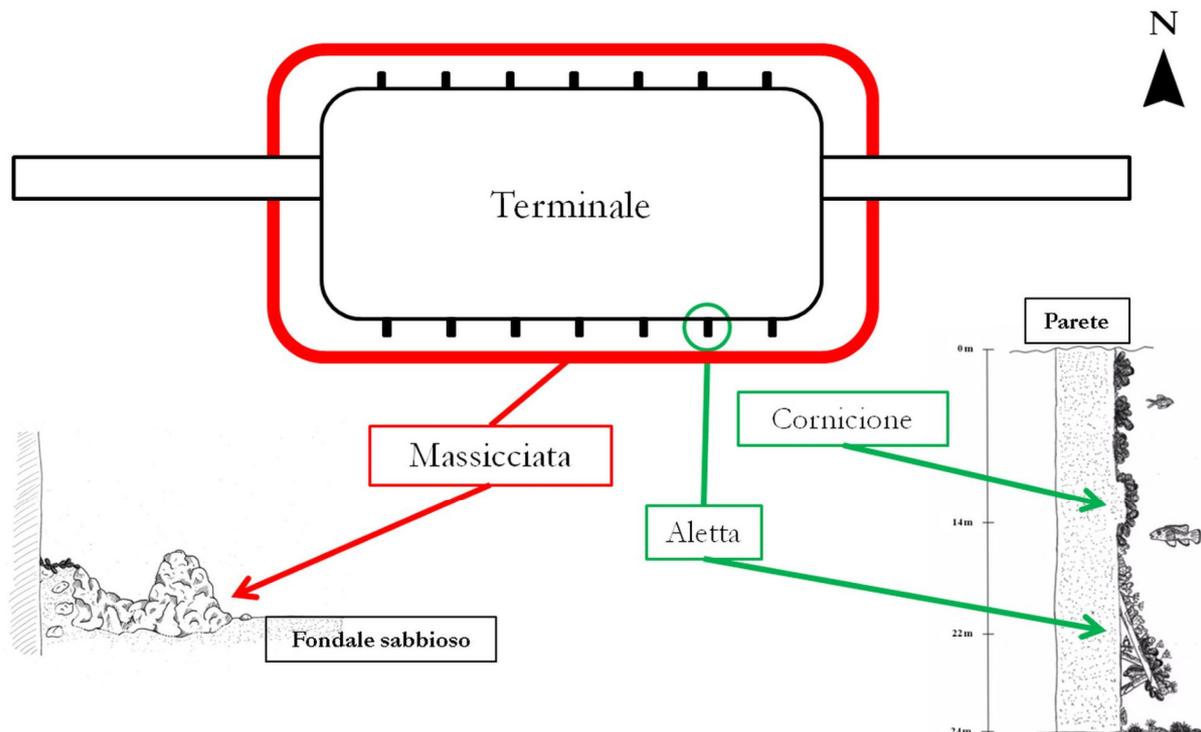
Accanto alla registrazione in continuo del segnale video della telecamera di navigazione e dei dati di telemetria, durante i transetti sono stati acquisiti video in alta definizione e fotografie in punti di particolare interesse.



**Fig. 1.** Mappa dell'area di studio, con il posizionamento del Terminale: nel box (dati Multibeam) il GBS ed i due Mooring Dolphins per l'attracco delle navi metaniere (ovali in alto), i cerchi in basso identificano la posizione di affioramenti rocciosi naturali. Fonte Mappa: Esri, Digital Globe, GeoEye, Earthstar Geographics. Rilievo Multibeam operato durante la campagna di campionamento di agosto 2015 con R/V Astrea dell'ISPRA.



**Figg. 2-5.** Fasi di costruzione e posizionamento del Terminale. **2:** il GBS nel cantiere di Algeiras, Spagna; **3:** serbatoi per lo stoccaggio del GNL; **4:** partenza del GBS; **5:** Posizionamento del Terminale nella sede definitiva (Fonte immagini: <http://www.adriaticng.it/it/il-terminale/la-struttura/la-costruzione>).



**Fig. 6.** Struttura schematica della parte sommersa del Terminale e del substrato macrovacuolare; le alette sui lati corti non sono riportate (disegni di Cinzia Piazza).

#### Analisi del materiale foto-video e identificazione

Le riprese della telecamera di navigazione sono state analizzate mediante il freeware VLC (<https://www.videolan.org/vlc/features.html>), che ha permesso la caratterizzazione macroscopica degli ambienti esaminati e il riconoscimento delle specie di maggiori dimensioni. Le specie più piccole o criptiche sono state invece riconosciute grazie all'analisi del materiale fotografico e dei video ad alta definizione, da cui sono stati inoltre estratti dei fotogrammi mediante il freeware Kinovea (<https://www.kinovea.org/>).

Il riconoscimento degli organismi con la maggiore risoluzione tassonomica possibile è stato condotto con l'ausilio di FISCHER et al., 1987a, 1987b, GIANNUZZI-SAVELLI et al., 2002, PONTI & MESCALCHIN, 2008, POGGIANI, 2009, RINALDI, 2012 e tramite la consultazione di specialisti tra cui Rossella Baldacconi, esperta di Poriferi.

La nomenclatura segue il World Register of Marine Species (WoRMS; <http://www.marinespecies.org/index.php>) e le checklist SIBM (<http://www.sibm.it/CHECKLIST/introcheck%202011.htm>).

#### RISULTATI

##### Lista faunistica e colonizzazione del GBS

Le specie identificate sono 64, a cui si aggiungono 9 taxa identificati a livello di genere, per un totale di 73 taxa complessivi (tab. 1).

È stata inoltre notata la presenza di altre specie di Poriferi e Nudibranchi, e di formazioni filamentose (forse batteriche) osservate sul macrovacuolare, non identificabili con i metodi adottati.

La fauna risulta composta al 58.9% da taxa vagili (43) e al 41.1% da taxa sessili (30). Tra quelli vagili la maggior percentuale è costituita dai pesci ossei (46.6%), seguita da crostacei (25.6%), echinodermi (20.9%) e molluschi (6.9%), mentre tra quelli sessili sono i tunicati ad avere la percentuale maggiore (33.4%), seguiti da poriferi (23.4%), molluschi (16.7%), cnidari (13.3%), anellidi (10%) e crostacei (3.3%), rappresentati da un singolo taxon.

In generale, la componente più rappresentata è quella dei pesci ossei (20 taxa, il 27.4% del totale), seguita dai crostacei (12 taxa, il 16.4% del totale), dai tunicati (10 taxa, 13.7%), dagli echinodermi (9 taxa, 12.3%), dai molluschi (8 taxa, 10.9%), dai poriferi (7 taxa, 9.6%), dagli cnidari (4 taxa, 5.5%) e infine dai policheti (3 taxa, 4.2%).

La progressione temporale della colonizzazione dei substrati duri artificiali del GBS - rappresentati dalle pareti e dalla massicciata - è riassunta per grandi gruppi tassonomici in tabella 2.

Taxon (n. specie)	Famiglia	Specie
Poriferi (7)	Chalinidae	<i>Haliclona</i> sp.
	Chondrosiidae	<i>Chondrosia reniformis</i> Nardo, 1847
	Dysideidae	<i>Dysidea</i> sp.
	Irciniidae	<i>Ircinia variabilis</i> (Schmidt, 1862)
	Microcionidae	<i>Antho (Antho) inconstans</i> (Topsent, 1925)
	Suberitidae	<i>Suberites domuncula</i> (Olivi, 1792)
	Tedaniidae	<i>Tedania (Tedania) anhelans</i> (Vio in Olivi, 1792)
Cnidari (4)	Caryophyllidae	<i>Caryophyllia (Caryophyllia) smithii</i> Stokes & Broderip, 1828
	Epizoanthidae	<i>Epizoanthus arenaceus</i> (Delle Chiaje, 1823)
	Hormathiidae	<i>Adamsia carciniopados</i> (Otto, 1823)
	Sagartidae	<i>Cereus pedunculatus</i> (Pennant, 1777)
Anellidi (3)	Sabellidae	<i>Sabella spallanzanii</i> (Gmelin, 1791)
	Serpulidae	<i>Serpula</i> sp.
		<i>Spirobranchus</i> sp. (Blainville, 1818)
Molluschi (8)	Gastrochaenidae	<i>Rocellaria dubia</i> (Pennant, 1777)
	Muricidae	<i>Bolinus brandaris</i> (Linnaeus, 1758)
	Mytilidae	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819
	Nudibranchia	<i>Janolus cristatus</i> (Delle Chiaje, 1841)
	Ostreidae	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758
	Pectinidae	<i>Aequipecten opercularis</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Atrina fragilis</i> (Pennant, 1777)	
Crostacei (12)	Balanidae	<i>Balanus</i> sp.
	Diogenidae	<i>Paguristes eremita</i> (Linnaeus, 1767)
	Dromiidae	<i>Dromia personata</i> (Linnaeus, 1758)
	Galatheidae	<i>Galathea strigosa</i> (Linnaeus, 1761)
	Inachidae	<i>Inachus</i> sp.
	Leucosiidae	<i>Ilia nucleus</i> (Linnaeus, 1758)
	Majidae	<i>Maja crispata</i> Risso, 1827
		<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788)
	Menippidae	<i>Eriphia verrucosa</i> (Forskål, 1775)
	Nephropidae	<i>Homarus gammarus</i> (Linnaeus, 1758)
	Pilumnidae	<i>Pilumnus</i> sp.
	Scyllaridae	<i>Scyllarus arctus</i> (Linnaeus, 1758)
	Echinodermi (9)	Asteriidae
Astropectinidae		<i>Astropecten irregularis</i> (Pennant, 1777)
Cucumariidae		<i>Ocnus planci</i> (Brandt, 1835)
Echinidae		<i>Gracilechinus acutus</i> (Lamarck, 1816)
		<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)
		<i>Psammechinus microtuberculatus</i> (Blainville, 1825)
Holothuriidae		<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i> Gmelin, 1791
Ophiotricidae		<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard, in O.F. Müller, 1789)
Ophiuridae	<i>Ophiura ophiura</i> (Linnaeus, 1758)	
Tunicati (10)	Asciidiidae	<i>Phallusia fumigata</i> (Grube, 1864)
		<i>Phallusia mammillata</i> (Cuvier, 1815)
	Clavelinidae	<i>Clavelina</i> spp.
	Polycitoridae	<i>Polycitor adriaticus</i> (Drasche, 1883)
	Polyclinidae	<i>Aplidium conicum</i> (Olivi, 1792)
	Pyuridae	<i>Halocynthia papillosa</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Microcosmus vulgaris</i> Heller, 1877
		<i>Pyura microcosmus</i> (Savigny, 1816)
Styelidae	<i>Botryllus</i> sp.	
	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	
Pesci ossei (20)	Blenniidae	<i>Parablennius gattorugine</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Parablennius incognitus</i> (Bath, 1968)
		<i>Parablennius tentacularis</i> (Brünnich, 1768)
	Centracanthidae	<i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)
	Congridae	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)
	Gadidae	<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)

Tab. 1. Taxa identificati sui substrati duri del GBS. (continua)

Taxon (n. specie)	Famiglia	Specie
Pesci ossei (20) (segue)	Mugilidae	<i>Liza</i> sp.
	Phycidae	<i>Phycis phycis</i> (Linnaeus, 1766)
	Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)
	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)
	Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758
	Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810
		<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758
	Serranidae	<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)
	Sparidae	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Diplodus sargus sargus</i> (Linnaeus, 1758)
	Triglidae	<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)
		<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Trigloporus lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)

(segue) **Tab. 1.** Taxa identificati sui substrati duri del GBS.

Taxon (n. max specie)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pesci ossei (20)	2	4	8	16	10	15
Crostacei (12)	1	3	4	9	8	9
Molluschi (8)	3	5	6	6	7	8
Tunicati (10)	1	5	5	7	7	8
Echinodermi (9)	5	4	7	8	7	7
Poriferi (7)	1	2	7	7	7	7
Cnidari (4)	1	4	2	3	3	3
Policheti (3)	1	1	3	3	3	3
<b>TOT</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>59</b>	<b>52</b>	<b>60</b>
<b>% n. specie sul totale</b>	<b>20.5</b>	<b>38.3</b>	<b>57.5</b>	<b>80.8</b>	<b>71.2</b>	<b>82.2</b>

**Tab. 2.** Numero di specie identificate per survey sui substrati duri del GBS, ordinate per i risultati del 2015.

## Distribuzione dell'epimegabenthos

### Pareti del GBS

Sia sul lato nord che su quello sud, dal livello del mare sino al cornicione posto a -14 m, la parete della piattaforma è quasi interamente ricoperta da un'unica densa fascia di *Mytilus galloprovincialis*, nella quale la taglia degli individui cresce con la profondità (fig. 7). A livello del cornicione, la ridotta superficie orizzontale ripete su piccola scala il popolamento presente circa 12 m più in basso, sul substrato macrovacuolare: un denso tappeto di *Mytilus galloprovincialis* (piccoli e medi), molte ofiure (*Ophiotrix fragilis*) e ascidie (*Phallusia mammillata*) di grandi dimensioni. Sulla faccia verticale sono presenti ancora mitili (tutti di grandi dimensioni), spugne (*Haliclona* sp., *Ircinia variabilis* e *Antho inconstans*) ed epizoanti (*Epizoanthus arenaceus*); non è rara la presenza di granchi come *Maja crispata*.

Scendendo verso la base (da -15 a -18 m) prosegue il popolamento a mitili della zona soprastante, tutti di grande taglia, ma contemporaneamente se ne nota il progressivo diradamento. Gli spazi tra i mitili sono colonizzati da forme incrostanti o poco elevate di spugne (*Dysidea* sp., *Haliclona* sp., *Chondrosia reniformis*, *I. variabilis* e *A. inconstans*), piccoli tunicati (*Clavelina* spp.) e ostriche (*Ostrea edulis*).

Tra -19 e -22 m le specie presenti sulla parete sono quasi esclusivamente poriferi e ostriche. A questa profondità si incontrano anche le alette, ricoperte da uno strato continuo di mitili colonizzato da ofiure, ascidie, spugne e altri invertebrati bentonici; sui bordi sono presenti soprattutto spugne ed epizoanti (*E. arenaceus*). Data l'inclinazione di questa sorta di tettoie, sulla massiciata ai piedi delle alette si accumulano, scivolando, grandi quantità di mitili, che arrivano a toccare l'orlo delle alette stesse. Gli ultimi metri di parete (tra -22 e -24 m) appaiono spogli, incrostati solo da serpulidi e balani; questa zona è frequentata soprattutto da echinodermi, in particolare i ricci *Paracentrotus lividus* e *Psammechinus microtuberculatus*, l'oloturia *Holoturia tubulosa* e la grande stella marina spinosa *Marthasterias glacialis*.

### Substrato macrovacuolare del GBS

L'epimegafauna che sin dal primo anno dalla deposizione dei massi ha caratterizzato il macrovacuolare (fig. 8) è composta soprattutto da mitili (*M. galloprovincialis*), ascidie (*P. mammillata*), madrepora (*Caryophyllia smithii*), ricci di mare (*P. lividus* e *P. microtuberculatus*), oloturie (*H. tubulosa*, *Ocnus planci*) e ofiure (*O. fragilis*) (fig. 9).

Col tempo la massiciata ha subito un differenziamento in almeno tre zone:

**A)** Immediatamente a ridosso della parete (tra -24 e -25 m) vi è una fascia abbastanza ristretta (2-3 m circa) nella quale si accumula la maggior parte dei mitili che cadono dall'alto. Vi sono moltissimi gusci vuoti ed è possibile osservare la presenza di macchie bianche filamentose. Tali macchie, possibili colonie del batterio *Beggiatoa* sp. (L. Bongiorno, com. pers.), compaiono a intervalli irregolari e ricoprono in modo più o meno esteso i cumuli di mitili. In questa zona si addensano molti echinodermi, i più numerosi dei quali sono oloturie (*H. tubulosa*) e ricci (*P. lividus*, *P. microtuberculatus*), a cui si aggiungono, meno abbondanti, la stella *M. glacialis* e il decapode *M. crispata*.

**B)** Contigua a questa fascia, si estende un'area larga 5-6 m con debole pendenza verso l'esterno (profondità media di circa 26 m) nella quale i massi - originariamente visibili - al termine delle indagini sono risultati completamente nascosti da una folta popolazione di *M. galloprovincialis*; a loro volta i mitili sono visibili a macchie, perché ricoperti da dense colonie di *O. fragilis*.

Tra l'epimegafauna del macrovacuolare, gli echinodermi sono una componente numericamente importante: oltre a *O. fragilis*, infatti, sia *H. tubulosa* che *P. microtuberculatus* e *P. lividus* sono presenti con elevate densità, a cui si aggiungono - con numeri decisamente inferiori - *M. glacialis* e *Gracilechinus acutus* (figg. 10-13).

La quasi totalità dei molluschi, dei crostacei e dei tunicati riportati in lista faunistica è stata avvistata in questa zona, distribuiti in modo apparentemente omogeneo tra i massi.

L'astice (*Homarus gammarus*) e la galatea (*Galathea strigosa*) hanno cominciato a colonizzare questo ambiente solo in seguito alla comparsa sul fondo di manufatti quali griglie, passerelle, carrelli, tubi e tralicci (figg. 14-16), con ogni probabilità caduti dalla piattaforma, che hanno aggiunto complessità tridimensionale al macrovacuolare originale, creando ripari e anfratti colonizzabili (figg. 17-20).

Nel corso degli anni vi sono state, infine, alcune specie avvistate una singola volta, tra cui segnaliamo il nudibranco *Janolus cristatus*, il decapode *Ilia nucleus* e l'ascidiaceo *Polycitor adriaticus*.

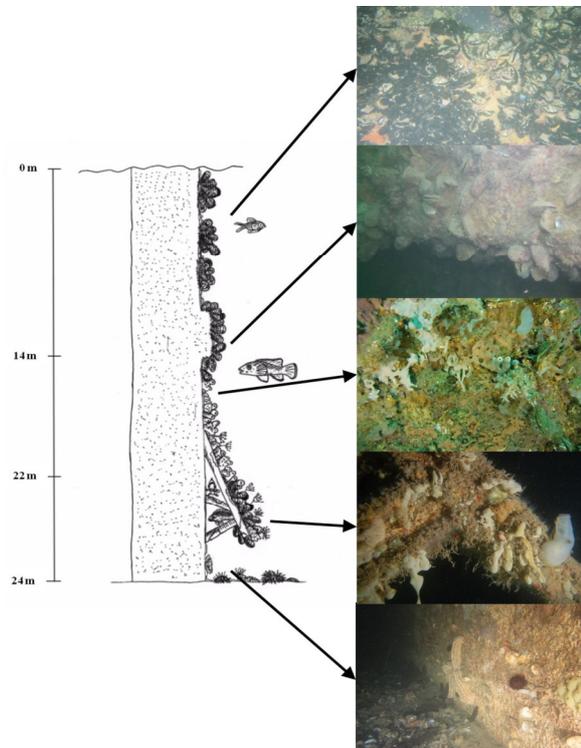
**C)** L'ultima zona è rappresentata dal confine esterno della massiciata, ossia quella parte che digrada rapidamente da 26 m di profondità verso il fondale detritico-sabbioso circostante il GBS (tra -26 e -28 m). La distanza di questa zona dalla parete è compresa tra 8 e 10 m: qui i massi si vedono ancora, data la minor presenza di mitili e ofiure; sono molto abbondanti le ascidie (*P. mammillata*) e le madrepore (*C. smithii*), così come gli anellidi serpuloidi e individui di *O. planci*. Ai piedi dei massi, sul fondo sabbioso, si notano infine altre ofiure (*Ophiura ophiura*) e stelle marine (*Astropecten irregularis*).

## Distribuzione della fauna ittica

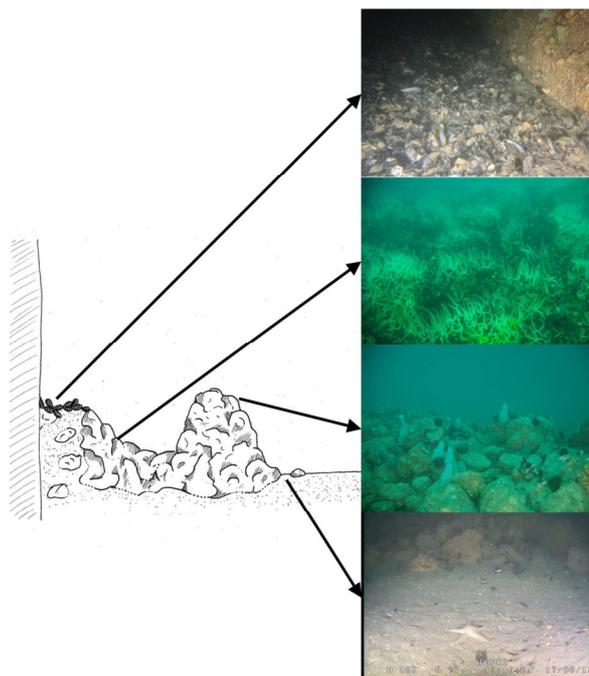
### Pareti del GBS

La fauna ittica in colonna d'acqua nei dintorni delle pareti, entro i primi 10-14 m di profondità, è rappresentata da specie molto mobili, presenti in banchi, come cefali (*Liza* spp.) e pesci serra (*Pomatomus saltatrix*). Questi avvistamenti, però, raramente si sono ripetuti nel tempo. Più in prossimità della parete, sempre in questa fascia batimetrica, sono stati osservati - probabilmente in caccia - anche singoli individui di grongo (*Conger conger*), musdea (*Phycis phycis*, fig. 19) e tordo nero (*Labrus merula*), insieme ad alcune occhiate (*Oblada melanura*). Più in basso, tra -18 e -24 m, sono stati

avvistati saraghi (*Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*), bavose (*Parablennius gattorugine*), menole (*Spicara maena*) e scorfanotti (*Scorpaena notata*) fermi sulla parete (figg. 21-24).



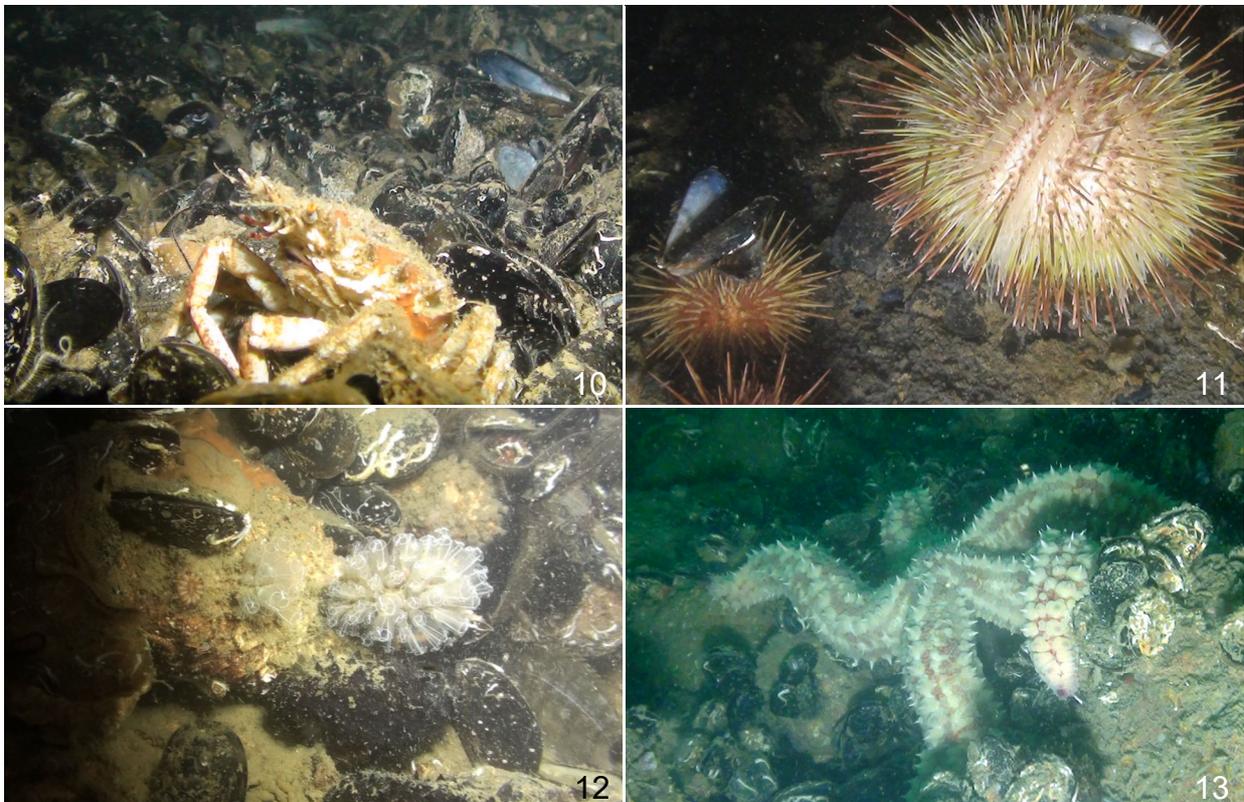
**Fig. 7.** Rappresentazione schematica della parete del Terminale con relative fotografie effettuate con il ROV a descrivere il gradiente di distribuzione del benthos legato alla batimetria.



**Fig. 8.** Composizione del substrato macrovacuolare; le fotografie mostrano la diversificazione degli ambienti in base alla distanza dalla parete.



**Fig. 9.** Specie che maggiormente caratterizzano il substrato macrovacuolare. **a:** *Phallusia mammillata*; **b:** *Mytilus galloprovincialis*; **c:** *Caryophyllia smithii*; **d:** *Ophiotrix fragilis*.



**Figg. 10-13.** Specie di invertebrati campionati nelle vicinanze del Terminale. **10:** *Maja crispata*; **11:** *Echinus acutus*; **12:** *Clavelina* spp.; **13:** *Marthasterias glacialis*.

### Substrato macrovacuolare del GBS

La massicciata in debole declivio verso il fondo sabbioso è stata colonizzata sin dall'inizio da *S. notata* (a diretto contatto con il substrato) e da *Trisopterus minutus* (2-3 m al di sopra del substrato). A queste due specie si sono aggiunte quasi subito il sacchetto (*Serranus hepatus*) e il pagello occhione (*Pagellus bogaraveo*), seguite dalle bavose (*P. gattorugine* e *Parablennius tentacularis*). Negli ultimi 3 rilevamenti, anche la castagnola (*Chromis chromis*), il grongo (*C. conger*) e la musdea (*P. phycis*) sono risultate sempre presenti. Queste ultime due, la musdea in particolare, sembrano aver beneficiato, al pari dell'astice, della caduta di manufatti dalla piattaforma, sotto i quali molto spesso sono state filmate. Intorno alle strutture più alte (come i tralicci) nell'ultimo anno sono stati visti banchi numerosi (40-50 individui circa) di corvine (*S. umbra*), che in precedenza frequentavano il macrovacuolare in singoli individui.

Tra le specie osservate in maniera occasionale si segnalano la gallinella (*Chelidonichthys lucerna*, fig. 23), il capone ubriaco (*Trigloporus lastoviza*), lo scorfano nero (*Scorpaena porcus*), il sarago sparaglione (*D. annularis*) e il sarago maggiore (*D. sargus*). Nell'ultima campagna, infine, sono stati osservati alcuni giovanili di scorfanotto (*S. notata*).

### DISCUSSIONE

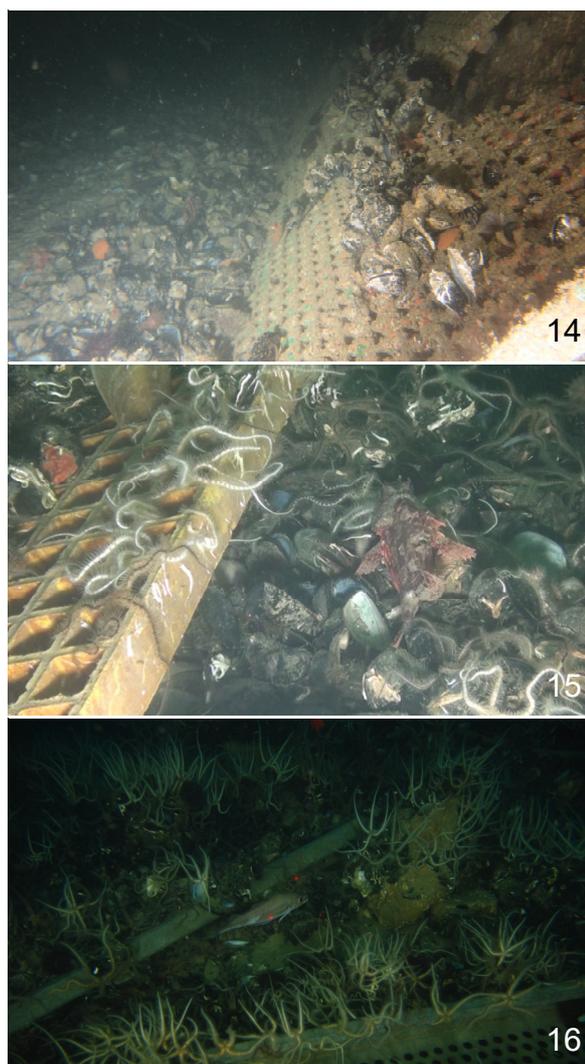
L'epimegafauna e la fauna ittica osservate nei dintorni del rigassificatore nei primi 6 anni dall'installazione sono composte in maggior parte da specie che abitano i substrati duri naturali del Nord Adriatico, con riferimento sia alle più studiate tegnùe del Veneto (STRADA, 1984; VILLANO, 1990; MIZZAN, 1992; CESARI & MIZZAN, 1994; GABRIELE et al., 1999; MAIO et al., 2004; CENCI & MAZZOLDI, 2006; PONTI & MASTROTOTARO, 2006; CASELLATO et al., 2007; BERTOLINO et al., 2007; CASELLATO & STEFANO, 2008; PONTI & MESCALCHIN, 2008), che alle meno investigate trezze del Friuli Venezia Giulia (BORME, 2010; FARESI, 2010; ODORICO et al., 2010). Infatti sono numerosi gli affioramenti presenti sia nelle immediate vicinanze dell'impianto (entro 2 km), che in un raggio più ampio: le tegnùe di Chioggia, le più estese in Nord Adriatico con 1 km<sup>2</sup> circa di superficie totale (FRANCESCHINI et al., 2003; GIOVANARDI et al., 2003), già Zona di Tutela Biologica (ZTB) dal 2002 e ora Sito di Interesse Comunitario (SIC), sono a poco più di 8 NM a Nord-Ovest del GBS.

È noto che le specie più mobili possono mettere in atto delle strategie di fuga in presenza delle luci e del rumore delle eliche dei ROV (PITA et al., 2014); una sottostima del numero di specie presenti può essere dovuta, inoltre, a scarsa visibilità, effettivamente riscontrata nelle campagne del 2013 e del 2015 (inferiore ai 2 m).

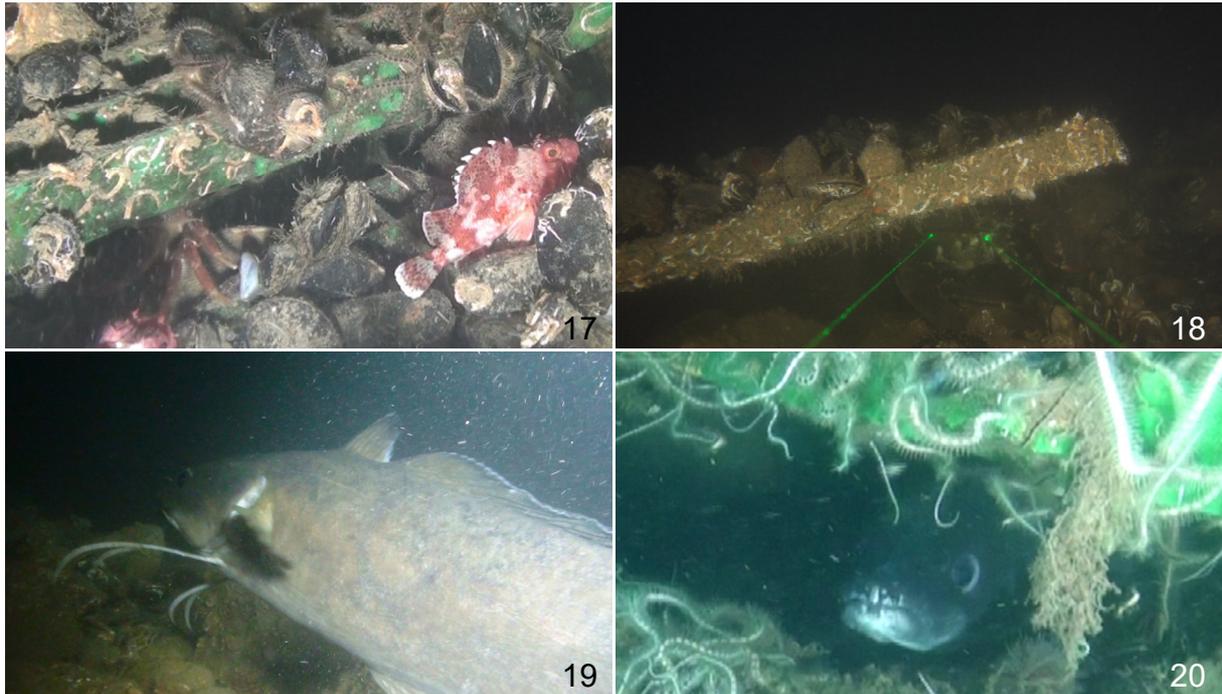
Nonostante ciò il numero dei taxa rilevati è aumentato regolarmente in tutto il periodo considerato, a eccezione del 2014. Il processo di colonizzazione sembra aver avuto una fase "veloce" tra il 2010 e il 2013, nella quale il numero di specie osservate è quasi quadruplicato e una fase più variabile, nel biennio 2014-2015, in cui la percentuale del numero di specie osservate sul totale dell'intero periodo è diminuita o aumentata di poco. A differenza di quanto verificatosi per cnidari e policheti, i phyla molluschi, echinodermi, poriferi e tunicati hanno raggiunto già nei primi 2-3 anni un valore uguale o molto simile al massimo complessivo del numero di specie osservate nell'intero periodo; per crostacei e fauna ittica, invece, sembra che la colonizzazione abbia rallentato il ritmo solo nell'ultimo biennio.

Il popolamento ha mostrato alcuni tratti peculiari, riguardanti le seguenti specie:

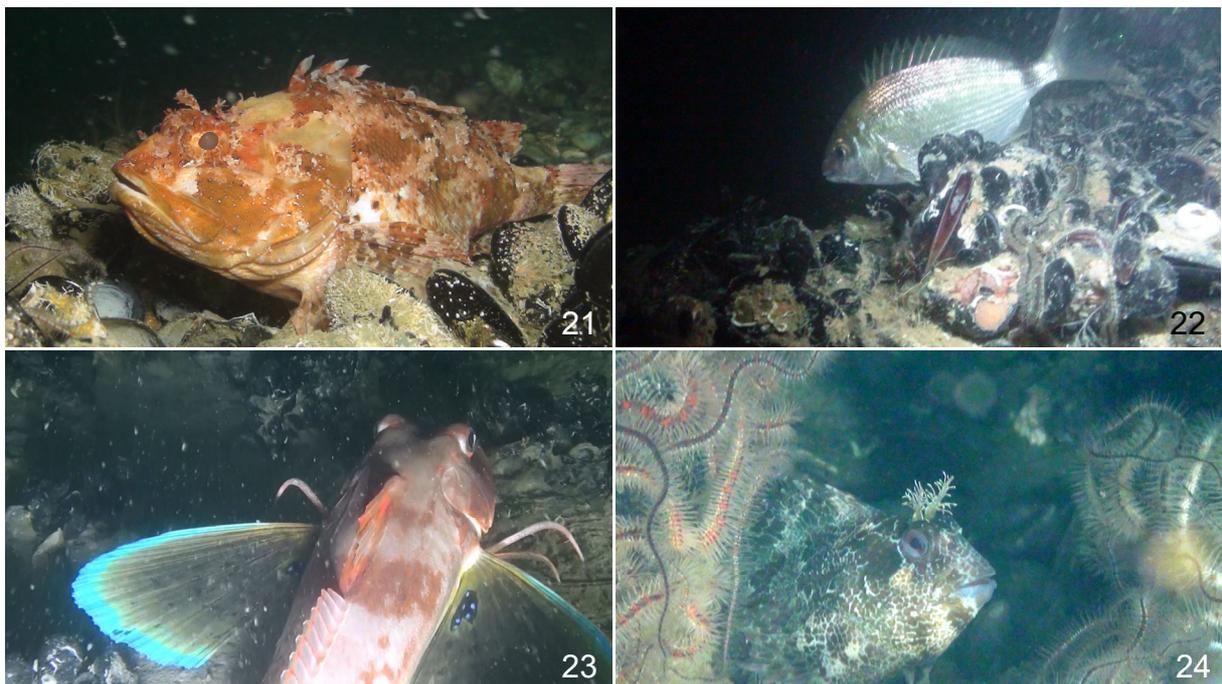
- *Mytilus galloprovincialis*: è presente sui substrati duri, dall'ambiente intertidale sino a profondità di 40 m, all'interno di porti ed estuari protetti o su



Figg. 14-16. Manufatti (passerelle e grate nelle immagini) caduti sulla massicciata.



**Figg. 17-20.** Specie che trovano riparo al di sotto delle strutture artificiali cadute. **17:** *Galathea strigosa*; **18:** *Homarus gammarus*; **19:** *Phycis phycis*; **20:** *Conger conger*.



**Figg. 21-24.** Specie ittiche campionate nelle vicinanze del Terminale. **21:** *Scorpaena notata*; **22:** *Diplodus annularis*; **23:** *Chelidonichthys lucerna*; **24:** *Parablennius gattorugine*.

coste rocciose esposte, raggiungendo densità elevate ovunque ci siano superfici adatte (<http://www.fao.org/fishery/species/3529/en>). Nell'area di studio non solo è distribuita sui substrati verticali - dalla superficie al fondo marino - ma forma una densa copertura sulla superficie orizzontale del macrovacuolare, che non sembra avere equivalenti

naturali in Nord Adriatico. Vi sono infatti “mussel beds” sia superficiali che profondi, in ambiente lagunare o marino (CECCHERELLI & ROSSI, 1984; SAWYER et al., 2009), ma tutti sono accomunati dal fatto di essere posizionati su fondi mobili;

- *Chondrosia reniformis*: è una spugna presente sulle teggùe, dove viene solitamente rinvenuta nella forma

nera o grigia. Intorno al GBS è stata invece osservata solamente nella forma depigmentata, completamente bianca (R. Baldacconi, comunicazione personale);

- *Tedania anhelans*: la forma massiva di questa spugna è quella più comune sui substrati naturali delle tagnùe. Sulla massicciata, invece, è stata osservata più spesso nella sua forma digitata;

- *Caryophyllia smithii*: madrepora considerata rara sulle tagnùe di Chioggia, dove è stata avvistata solamente in un sito (PONTI & MESCALCHIN, 2008), sulla massicciata è invece particolarmente abbondante, ed è una delle specie che hanno da subito colonizzato il nuovo substrato artificiale;

- *Marthasterias glacialis*: asteroideo dalla larga ripartizione ecologica, che abita fondi sia duri che detritici e mobili; segnalata una volta tra la fauna delle tagnùe o delle trezze al largo di Venezia (MIZZAN, 1992), è riscontrabile - almeno nel Golfo di Venezia - anche nello scarto della pesca a strascico (ŠIMUNOVIĆ, 1997). La sua presenza ormai stabile su pareti e massicciata del GBS è quasi sicuramente da ricondurre alla grande quantità di cibo disponibile, rappresentato da mitili e altri echinodermi (RELINI et al., 1994; GUIDETTI, 2004; GIANGUZZA et al., 2009; TUYA & DUARTE, 2012).

- *Parablennius incognitus*: questo blennide a distribuzione batimetrica superficiale (fondi duri costieri entro i primi 2 m: BATH, 1990) è presente in tutti i mari italiani, ma non è ancora stato segnalato per gli affioramenti rocciosi naturali presenti in zona. È stato invece avvistato più a Nord, davanti alla foce del fiume Sile, su barriere artificiali poste a una profondità di 14 m (RICCATO et al., 2011), e più a Sud, all'interno della ZTB "Paguro", a 12 NM al largo di Ravenna (RINALDI & TARLAZZI, 2005). L'identificazione sul macrovacuolare del GBS a -27 m fa ritenere che il range batimetrico di tale specie possa essere più esteso di quanto noto sinora;

- *Beggiatoa* sp.: colonie di batteri la cui presenza è segnalata per le tagnùe solitamente in prossimità di fuoriuscite di metano (PONTI & MESCALCHIN, 2008). La distribuzione e la presenza intermittente sul macrovacuolare del GBS potrebbero essere correlate con la produzione di acido solfidrico (H<sub>2</sub>S) dovuta alla degradazione batterica della materia organica in eccesso, dopo che una parte dei mitili viene verosimilmente predata da più specie in tempi relativamente brevi. Questa ipotesi sembrerebbe avallata dal fatto che il primo avvistamento di queste colonie è avvenuto nella campagna dell'estate 2012, anno in cui il maltempo eccezionale tra fine gennaio e inizio febbraio, con mare forza 8 (MIHANOVIĆ et al., 2013), deve aver scalzato dalla parete del GBS un ingente quantitativo di mitili in un ristretto intervallo di tempo e creato degli accumuli notevoli sul macrovacuolare.

## CONCLUSIONI

Le riprese effettuate con il ROV intorno al Terminale hanno permesso di descrivere un ambiente unico nel suo genere tra le strutture artificiali in Nord Adriatico, soprattutto per la presenza di substrati duri verticali continui dal fondo marino alla superficie. Per quanto lontana dalla costa, quest'area è molto probabilmente ancora influenzata dai numerosi impianti di mitilicoltura installati tra Pellestrina e il delta del Po, fatto che ha determinato una densa copertura di mitili sulle pareti. La colonizzazione verticale ha poi contribuito a innescare quella orizzontale sul macrovacuolare, vista tramite due processi: la copertura dei massi con colonie vitali di mitili - a loro volta ottimo substrato per l'attecchimento di serpulidi e altre specie sessili, come i balani - e il richiamo che tutto questo cibo disponibile in notevole quantità ha esercitato (ed esercita tutt'ora) sulla fauna dei fondali sabbiosi e detritici circostanti.

Sia sulle pareti che sul macrovacuolare è stata osservata una zonazione dell'epimegabenthos, rispettivamente in base alla profondità e alla distanza dalla parete stessa. Nel primo caso, le specie più resistenti occupano ampi spazi nella zona superficiale soggetta alle condizioni meteo-marine più severe; scendendo verso il fondo, dove l'azione delle onde è meno significativa, aumenta il numero di specie, riducendosi di conseguenza la presenza dominante di poche specie bentoniche.

Sul fondo, l'azione dei grazers crea un ambiente piuttosto spoglio e abitato solamente da poche specie incrostanti. Sul macrovacuolare più vicino al GBS l'elemento "strutturante" è la caduta di mitili dall'alto, mentre a una certa distanza dalla parete il popolamento è più diversificato anche grazie alla presenza casuale di manufatti di vario tipo, provenienti dalle attività antropiche che si svolgono in superficie.

Negli ultimi anni del monitoraggio, infine, la composizione della fauna ittica ha registrato un arricchimento di specie a più spiccato comportamento bentonico; tra queste riveste una certa importanza lo scorfano, i cui individui giovanili avvistati sul macrovacuolare possono essere considerati un probabile indizio dello stabilirsi di una popolazione residente.

## RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è stato effettuato all'interno del progetto di monitoraggio ISPRA "Terminale GNL di Porto Viro". Gli autori ringraziano i revisori per il loro utile contributo in fase di revisione. Ringraziamo Cinzia Piazza per le illustrazioni originali utilizzate nelle figure 6, 7 e 8.

## BIBLIOGRAFIA

- BATH H., 1990. Blenniidae. In: Quero J.C., Hureau J.C., Karrer C., Post A., Saldanha L. (eds.), Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). *JNICT, Lisbon; SEL, Paris; and UNESCO, Paris*. Vol. 2: 905-915.
- BERTOLINO M., CERRANO C., FAVA F., PONTI M., CALCINAI B., 2007. Poriferi delle "Tegnùe di Chioggia" (Mar Adriatico settentrionale). *Atti del 68° Congresso Nazionale dell'Unione Zoologica Italiana, Lecce, 24-27 settembre 2007*: 39-40.
- BOMBACE G., 1977. Aspetti teorici e sperimentali concernenti le barriere artificiali. *Atti IX Congresso SIBM, Ischia*: 29-42.
- BOMBACE G., 1989. Artificial Reefs in the Mediterranean Sea. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 1023-1032.
- BORME D., 2010. Necton. In: Gordini E., Ciriaco S. (ed.), *Trezze o "Grebene": biotopi e geotipi dell'Alto Adriatico*. Progetto finanziato dalla Regione FVG, Trieste: 73-80.
- CASELLATO S., MASIERO L., SICHIROLLO E., SORESI S., 2007. Hidden secrets of the Northern Adriatic: "Tegnùe", peculiar reefs. *Central European Journal of Biology*, 2(1): 122-136.
- CASELLATO S., STEFANON A., 2008. Coralligenous habitat in the Northern Adriatic Sea: an overview. *Marine Ecology* 29: 321-341.
- CECCHERELLI V.U., ROSSI R., 1984. Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Ecology Progress Series*, 16: 173-184.
- CENCI E., MAZZOLDI C., 2006. Le tegnùe di Chioggia: prima valutazione qualitativa e quantitativa della fauna ittica. *Biologia Marina Mediterranea*, 13(1): 840-843.
- CESARI P., MIZZAN L., 1994. Dati sulla malacofauna marina costiera del veneziano. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 43: 179-190.
- FABI G., GRATI F., LUCCHETTI A., TROVARELLI L., 2002. Evolution of the Fish Assemblage Around a Gas Platform in the Northern Adriatic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 59: S309-S315.
- FABI G., GRATI F., PULETTI M., SCARCELLA G., 2004. Effects on Fish Community Induced by Installation of Two Gas Platforms in the Adriatic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 273: 187-197.
- FABI G., SPAGNOLO A., 2011. Artificial reefs in the management of Mediterranean. In: Bortone S.A., Brandini F.P., Fabi G., Otake S. (eds.), *Artificial reefs in fisheries management*. CRC Press: 167-181.
- FARESI L., 2010. Macrozoobenthos. In: Gordini E., Ciriaco S. (eds.), *Trezze o "Grebene": biotopi e geotipi dell'Alto Adriatico*. Progetto finanziato dalla Regione FVG, Trieste: 69-71.
- FISCHER W., BAUCHOT M.-L., SCHNEIDER M. (eds.), 1987a. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. *FAO*, Rome: 1-760.
- FISCHER W., BAUCHOT M.-L., SCHNEIDER M. (eds.), 1987b. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. *FAO*, Rome: 761-1530.
- FOSSÁ J.H., MORTENSEN P.B., FUREVIK D.M., 2002. The deep-water coral *Lophelia pertusa* in Norwegian waters: distribution and fishery impact. *Hydrobiologia*, 471: 1-12.
- FRANCESCHINI G., RAICEVICH S., GIOVANARDI O., PRANOVI F., MANZUETO L., 2003. Le "tegnùe" di Chioggia: valutazione dell'impatto della pesca a strascico con metodi acustici e sistemi informatici. *Chioggia, Rivista di studi e ricerche*, 23: 93-102.
- FUJIKURA K., KOJIMA S., TAMAKI K., MAKI Y., HUNT J., OKUTANI T., 1999. The deepest chemosynthesis-based community yet discovered from the hadal zone, 7326m deep, in the Japan Trench. *Marine Ecology Progress Series*, 190: 17-26.
- GABRIELE M., BELLOT A., GALLOTTI D., BRUNETTI R., 1999. Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 65-76.
- GIANGUZZA P., BONAVIRI C., GUIDETTI P., 2009. Crushing predation of the spiny star *Marthasterias glacialis* upon the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Marine Biology*, 156: 1083-1086.
- GIANNUZZI-SAVELLI R., PUSATERI F., PALMERI A., EBREO C., 2002. Atlante delle Conchiglie Marine del Mediterraneo-Atlas of the Mediterranean Sea Shells. Vol. 2 (Caenogastropoda parte 1: Discopoda-Heteropoda). Edizioni "La Conchiglia", Roma, 258 pp.
- GIOVANARDI O., CRISTOFALO G.C., MANZUETO L., FRANCESCHINI G., 2003. Le "tegnùe" di Chioggia: nuovi dati e osservazioni sulla base di campionamenti acustici ad alta definizione. *Chioggia, Rivista di studi e ricerche*, 23: 103-116.
- GUIDETTI P., 2004. Consumers of sea urchins, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*, in shallow Mediterranean rocky reefs. *Helgoland Marine Research*, 58: 110-116.
- HARTER S.L., RIBERA M.M., SHEPARD A.N., REED J.K., 2009. Assessment of fish populations and habitat on Oculina Bank, a deep-sea coral marine protected area off eastern Florida. *Fishery Bulletin*, 107(2): 195-206.
- LORANCE P., TRENKEL M.V., 2006. Variability in natural behaviour, and observed reactions to an ROV, by mid-slope fish species. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 332(1): 106-119.
- MAIO G., MARCONATO E., BUSATTO T., SALVIATI S., DE GIROLAMO M., GIACOMELLO E., MIZZAN L., 2004. I popolamenti ittici delle "Tegnùe". *Provincia di Venezia. Assessorato Caccia, Pesca e Polizia Provinciale*, 60 pp.
- MIHANOVIC H., VILIBIC I., CARNIEL S., TUDOR M., RUSSO A., BERGAMASCO A., BUBIC N., LJUBEŠIC Z., VILICIC D., BOLDRIN A., MALAČIĆ V., CELIO M., COMICI M., RAICICH F., 2013. Exceptional dense water formation on the Adriatic shelf in the winter of 2012. *Ocean science*, 9(3): 561-572.
- MIZZAN L., 1992. Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 41: 7-54.
- ODORICO R., CIRIACO S., POLONIATO D., PIRON M., 2010. Visual census (Fauna ittica). In: Gordini E., Ciriaco S. (eds.), *Trezze o "Grebene": biotopi e geotipi dell'Alto Adriatico*. Progetto finanziato dalla Regione FVG, Trieste: 83-89.
- PITA P., FERNÁNDEZ-MÁRQUEZ D., FREIRE J., 2014. Short-term performance of three underwater sampling techniques for assessing differences in the absolute abundances and in the inventories of the coastal fish community of the Northeast Atlantic Ocean. *Marine and Freshwater Research*, 65: 105-113.
- POGGIOLA L., 2009. I pesci del Mare di Fano. Ed. *Fondazione Cassa di Risparmio di Fano*, 335 pp.
- PONTI M., MASTROTOTARO F., 2006. Distribuzione dei popolamenti ad ascidie sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia (Venezia). *Biologia Marina Mediterranea*, 13(1): 621-624.
- PONTI M., MESCHALCHIN P., 2008. Meraviglie sommerse delle "Tegnùe". Guida alla scoperta degli organismi marini. *Editrice La Mandragora*, Imola (BO), 421 pp.
- PUNZO E., SPAGNOLO A., FABI G., 2015. Testing of different materials for artificial reefs (western Adriatic Sea). *RECIF Conference of artificial reefs: from materials to ecosystem - ESITC Caen (France)*, 27-29 January 2015: 44-52.
- REED J.K., SHEPARD A.N., KOENIG C.C., SCANLON K.M., GILMORE JR R.G., 2005. Mapping, habitat characterization, and fish surveys of the deep-water Oculina coral reef Marine Protected Area: a review of historical and current research. In: *Cold water Corals and Ecosystems*. Springer Berlin Heidelberg, 443-465.
- RELINI G., ZAMBONI N., TIXI F., TORCHIA G., 1994. Patterns of Sessile Macrofauna Community Development on an Artificial Reef in the Gulf of Genoa (Northwestern Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55(2-3): 745-771.

- RICCATO F., FIORIN R., PENZO P., DA ROS L., BOLDRIN A., 2011. Ittiofauna associata ad una barriera artificiale in Nord Adriatico. *Bollettino del Museo di Storia Naturale di Venezia*, 62: 135-146.
- RINALDI A., 2012. Atlante della fauna e flora marina dell'Adriatico nord-occidentale. *La Mandragola Editrice*, Imola, 640 pp.
- RINALDI A., TARLAZZI S., 2005. La zona di Tutela Biologica "Paguro" (Adriatico Nord-Occidentale): caratteristiche fisico-chimiche e biologiche. *Atti del 1° Convegno Subacquea & Ambiente: le Tegnùe di Chioggia*, 17-18 settembre 2005: 63-72.
- SAWYER J.A., ZUSCHIN M., RIEDEL B., STACHOWITSCH M., 2009. Predator-prey interactions from in situ time-lapse observations of a sublittoral mussel bed in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 371: 10-19.
- ŠIMUNOVIĆ A., 1997. Quantitative and qualitative investigations of benthic communities in the areas of mobile bottoms of the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 38(1): 77-194.
- STARMANS A., GUTT J., ARNTZ W.E., 1999. Mega-epibenthic communities in Arctic and Antarctic shelf areas. *Marine Biology*, 135: 269-280.
- STONER A.W., RYER C.H., PARKER S.J., AUSTER P.J., WAKEFIELD W.W., 2008. Evaluating the role of fish behavior in surveys conducted with underwater vehicles. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65(6): 1230-1243.
- STRADA, R., 1984. Poriferi provenienti da formazioni rocciose organogene del Golfo di Venezia. *Lavori - Soc. Ven. Sc. Nat.*, 9(1): 85-88.
- TUYA F., DUARTE P., 2012. Role of food availability in the bathymetric distribution of the starfish *Marthasterias glacialis* (Lamk.) on reefs of northern Portugal. *Scientia Marina*, 76 (1): 9-15.
- VILLANO N., 1990. Popolamento a poriferi di un affioramento roccioso dell'alto Adriatico. *Tesi di Laurea in Scienze Biologiche* A.A. 1989-1990, Università di Padova

## INDIRIZZI DEGLI AUTORI

- Valentina Bernarello, Gianluca Franceschini, Camilla Antonini, Federica Cacciatore - ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Loc. Brondolo, I-30015 Chioggia (VE); valentina.bernarello@isprambiente.it
- Lorenzo Rossi, Claudia Virno Lamberti - ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, via Vitaliano Brancati 60, I-00144 Roma